

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-209493

(43)Date of publication of application : 25.07.2003

---

(51)Int.Cl. H04B 1/707

H04L 1/00

H04L 27/20

H04L 27/22

---

(21)Application number : 2002-005405 (71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 11.01.2002 (72)Inventor : NODA SEIICHI

---

## (54) CODE DIVISION MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM AND METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a code division multiple access (CDMA) communication system in which much more user terminals capable of simultaneous connection per facility investment can be accommodated, and a CDMA communication method.

**SOLUTION:** Three-phase modulation is applied to the portion of primary modulation in the CDMA communication system. In comparison with the cases of binary phase shift keying (BPSK) and quadrature phase shift keying (QPSK), performance superior approximately by 0.75 dB in  $E_b/N_0$



for obtaining a required signal quality (code error rate  $1 \times 10^{-6}$ ) is exhibited. Hence, the number of the user terminals capable of simultaneous connection in the CDMA communication system can be increased approximately by 0.75 dB, namely, approximately by 19%.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.11.2004

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The code division multiple access communication mode which is a code division multiple access communication mode, and is characterized by making the primary modulation by the data signal into a three phase phase modulation.

[Claim 2] The code division multiple access communication mode according to claim 1 characterized by applying the error correcting code of 3 yuan to a data signal.

[Claim 3] The modulator characterized by having the three phase phase modulator which is a modulator in a code division multiple access communication mode, and modulates a data signal, and the diffuser which performs spectrum diffusion for the output of said three phase phase modulator with a diffusion sign.

[Claim 4] The modulator according to claim 3 characterized by having the 3 yuan error correcting code-ized circuit which performs error correcting code-ization of 3 yuan to a data signal.

[Claim 5] The demodulator characterized by having the back-diffusion-of-electrons machine which is a demodulator in a code division multiple access communication mode, and performs the spectrum back diffusion of electrons of an input signal, and the three phase phase demodulator which restores to the output of said back-diffusion-of-electrons machine.

[Claim 6] The demodulator according to claim 5 characterized by having the error correction decryption circuit which performs an error correction decryption of 3 yuan to a data signal.

[Claim 7] The code division multiple access correspondence procedure which is a code division multiple access correspondence procedure, and is characterized by using a three phase phase modulation for the primary modulation by the data signal.

[Claim 8] The code division multiple access correspondence procedure according to claim 7 characterized by applying the error correcting code of 3 yuan to a data signal.

[Claim 9] Spread spectrum communication which is spread spectrum communication and is characterized by making the primary modulation by the data signal into a three phase phase modulation.

[Claim 10] Spread spectrum communication according to claim 9 characterized by applying the error correcting code of 3 yuan to a data signal.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] Especially this invention relates to the code division multiple access communication mode and approach which adopted the secondary modulation (or diffusion modulation) which diffuses the primary modulation (an information modulation, a narrow-band modulation, or data modulation) by transmit information, and said information modulation about a code division multiple access communication link.

[0002]

[Description of the Prior Art] Although a code division multiple access communication mode is used for third generation mobile communications, such as second generation mobile communications, such as cdmaOne and IS-95, and IMT-2000, wireless LAN, etc., generally in the conventional code division multiple access communication mode, a two phase phase modulation or quadri-phase shift keying is used for the primary modulation.

[0003] Drawing 6 is drawing showing the configuration of the modulator and demodulator of the code division multiple access communication mode used by the third generation mobile communications as a conventional technique. In the case of IMT-2000 which this modulator and demodulator are well known by this contractor, for example, is shown in Kota Kinoshita work "easy IMT-2000" (the Heisei 13 Telecommunications Association issue, Chapter 5), as a primary modulation, as for going down, quadri-phase shift keying (QPSK: Quadrature Phase Shift Keying) is used, and, as for going up, the two phase phase modulation (BPSK: Binary Phase Shift Keying) is used.

[0004] In a transmitting side, transmit information performs a primary modulation by modulator 1A which performs a two phase phase modulation (BPSK) or quadri-phase shift keying (QPSK), and the modulated two phase phase modulation wave or quadri-phase-shift-keying wave performs a

spectrum diffusion modulation (secondary modulation) with a diffusion sign in diffuser 2A, and is outputted as a sending signal. In a receiving side, a spectrum diffusion modulated wave is inputted as an input signal, a diffusion sign performs the back diffusion of electrons by back-diffusion-of-electrons machine 3A, a two phase phase modulation wave or a quadri-phase-shift-keying wave is outputted, it gets over by demodulator 4A, and a two phase phase modulation wave or a quadri-phase-shift-keying wave is outputted as receipt information.

[0005] It is the system configuration Fig. showing the principle of DS-CDMA (Kota Kinoshita work "easy IMT-2000" Heisei 13, Telecommunications Association issue) of IMT-2000 in drawing 7. A turbo sign is applied, when convolution agreement is used and application of the error correcting code as channel coding is high speed data. By narrow-band modulator 1B, it receives getting down, quadri-phase shift keying (QPSK) is adopted, a two phase phase modulation (BPSK) is adopted to going up, and this drawing shows the going-up circuit from a user terminal. In a user terminal, transmit data is modulated by two phase phase modulator 1B, spectrum is diffused with the diffusion sign of a proper in diffuser 2B, and it changes into radio frequency by frequency changing circuit 7B, and transmits as a radio signal of a broadband from an antenna. In a receiving side, the radio signal of the broadband from each user terminal is received, each diffusion sign of each user terminal performs the back diffusion of electrons through frequency changing circuit 8B and a filter, and it gets over by narrow-band demodulator 4B, and outputs as received data.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Since the base station construction costs of mobile communications are huge, more code division multiple access communication modes which can be held are equivalent plant-and-equipment investment about the user terminal in which concurrent connection is possible, and one base station is expected implementation as a technique in which many incomes may be obtained. However, it sets to the conventional code division multiple access communication mode. The two phase phase modulation which was most excellent in the primary modulation in  $E_b/N_0$  (the energy  $E_b$  per 1 bit of signals, and ratio of the noise power spectral density  $N_0$ ) as a polyphase phase modulation which makes the conventional exponentiation of 2 the number of phases (BPSK), Quadri-phase shift keying (QPSK) was adopted, and since the number of user terminals in which concurrent connection is possible was proportional to the inverse number of  $E_b/N_0$  mostly in one base station, there was a problem in that it is restricted to the numeric value for which the upper limit is equivalent to these two phases and

quadri-phase shift keying.

[0007] (Purpose) The purpose of this invention is to offer the code division multiple access communication mode and approach of making [ more ] the number of user terminals in which concurrent connection is possible. The purpose of this invention is to provide acquiring a necessary signal quality with the code division multiple access communication mode and approach of having excelled in the number of user terminals in which concurrent connection is possible with the engine performance excellent in the value of  $E_b/N_0$ .

[0008]

[Means for Solving the Problem] This invention is characterized by applying a three phase phase modulation to the part of the primary modulation in a code division multiple access communication mode. That is, the code division multiple access communication mode of this invention is characterized by making the primary modulation by the data signal into a three phase phase modulation, and is further characterized by applying ternary code error correcting code-ization to a data signal. The modulator in the code division multiple access communication mode of this invention is characterized by having the three phase phase modulator which modulates a data signal, and the diffuser which performs spectrum diffusion for the output of said three phase phase modulator with a diffusion sign, and is characterized by having further the 3 yuan error correcting code-ized circuit which performs error correcting code-ization of 3 yuan to a data signal. Moreover, the demodulator in the code division multiple access communication mode of this invention is characterized by having the back-diffusion-of-electrons machine which performs the spectrum back diffusion of electrons of an input signal, and the three phase phase demodulator which restores to the output of said back-diffusion-of-electrons machine; and is characterized by having further the error correction decryption circuit which performs an error correction decryption of 3 yuan to a data signal. The code division multiple access correspondence procedure of this invention is characterized by using a three phase phase modulation for the primary modulation by the data signal, and is further characterized by applying error correcting code-ization of 3 yuan to a data signal.

[0009] (Operation) It is possible by preparing three phase phase modulator and demodulator to the part of the primary modulation of a code division multiple access communication mode to demonstrate the engine performance which was excellent in acquiring a necessary signal quality compared with the case of a two phase phase modulation (BPSK) and quadri-phase shift keying (QPSK) in  $E_b/N_0$ . Therefore, it is possible to make

the number of user terminals in which concurrent connection is possible increase sharply. In the code division multiple access communication mode of this invention, it is possible to make the number of user terminals in which concurrent connection is possible increase by a little less than twenty percent compared with the conventional method which applied a two phase phase modulation and quadri-phase shift keying.

[0010]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is drawing showing the code division multiple access communication mode of this invention, and the gestalt of 1 operation of an approach. The transceiver configuration in the code division multiple access communication mode of the gestalt of this operation consists of a modulator of a transmitting side, and a demodulator of a receiving side. The three phase phase modulator 1 which a modulator makes a modulating signal digitized transmit information (data signal), and performs the phase modulation of a three phase, It consists of a diffuser 2 which outputs said three phase phase modulator 1 with a predetermined diffusion sign, and makes spectrum diffusion a sending signal. Moreover, the demodulator of a receiving side Said sending signal is made into an input signal, and said diffusion sign performs the spectrum back diffusion of electrons, and it consists of a back-diffusion-of-electrons machine 3 which generates and outputs said three phase phase modulation wave, and a three phase phase demodulator 4 which restores to the three phase phase modulation wave which is the output of said back-diffusion-of-electrons machine 3, and is outputted as receipt information (data signal). The spread spectrum communication which realizes a code division multiple access communication mode by the above transceiver configuration is constituted.

[0011] Drawing 2 is drawing showing the configuration and function of a three phase phase modulator for performing the three phase phase modulation of this invention. The three phase phase modulator of the gestalt of this operation consists of the data-conversion circuit 11, a control circuit 12, a parallel-serial-conversion circuit 13, and a three phase phase modulation circuit 14, as shown in drawing 2 (a). In drawing 2 (a) the data-conversion circuit 11 Since 3 phase condition (for example, 0 degree, 120 degrees, 240 degrees) which can be taken by the three phase phase modulation is matched to the binary digital signal inputted, As a digital signal, the combination of each bit of the binary ("0" "1") signal of three trains is inputted as a 1 symbol (Symbol) unit, and is changed into the 1st signal of three values ("0", "1", "2") of a symbol unit, and the signal of two trains of the 2nd signal. A control circuit 12 controls the conversion to 3 value signals of two trains from the binary signal of three trains in the data-conversion circuit 11. The parallel-serial-conversion circuit 13



changes and outputs these to a serial signal (time amount multiplexed signal) by having made combination 8 condition of said bit of the binary signal of three trains into two trains (parallel signal) of 3 value signals. The three phase phase-modulation circuit 14 inputs said serial signal, makes 3 value signals of a serial signal correspond with 3 phase-angle condition of a subcarrier per symbol, and is outputted as a three phase phase-modulation wave. In addition, the general method which performs signal transmissions other than 2 n-state quadrature amplitude modulation by per phase front in the form where correlation is given to two or more phase fronts is indicated by JP,04-196945,A by the artificer of this application. Moreover, about the construction of general 3x n-state quadrature amplitude modulation as the natural number, the specification of the application for patent 2001-246891 by the same artificer indicates n, and the three phase PSK modulation technique is also indicated by the specification of the application for patent 2001-247360 by the same artificer.

(Explanation of operation) Although the above more detailed configuration and actuation of the three phase phase modulation circuit of the gestalt of operation are indicated by the specification of an application for patent 2001-247360, the outline of the actuation etc. is explained below.

[0012] Drawing 2 (b) is drawing showing the example of conversion which changes the binary signal of three trains into 3 value signals of two trains. The combination (000-111) of the binary signal of three trains is shown as an input of the data-conversion circuit 12, and the combination (00, 01, 02, 10, —21) of 3 value signals of two trains corresponding to each is shown as an output of this data-conversion circuit 12. In addition, since the combination of 3 value signals of two trains is nine kinds, if it assigns each of the binary signal of three trains at a meaning to one of the 3 value signals of two trains to eight kinds of combination of the binary signal of three trains, only one combination of 3 value signals of two trains without assignment will occur (the example of drawing 2 (b) "22").

[0013] Drawing 2 (c) is drawing showing the signal transformation of the three phase phase modulator 1 of the gestalt of this operation. The inputted binary signal (1) of three trains is changed into 3 value signals (2) of two trains each of the 1st signal and the 2nd signal which show three values by the data-conversion circuit 11. Two signal lines show each value of "0" of three values, "1", and "2" here, respectively. The parallel-serial-conversion circuit 13 outputs each of the 1st signal and the 2nd signal with two signal lines by carrying out time-multiplexing of this three value each signal.

Therefore, the combination of the 1st signal of the output of the parallel-serial-conversion circuit 13 which gets mixed up in time, and the 2nd signal corresponds to the parallel data of 1 symbol unit of the binary

signal of three trains of an input.

[0014] The three phase phase modulation circuit 14 is made to correspond for any of three phase conditions (three phase circuit) of a modulated wave which input the output of the parallel-serial-conversion circuit 13, and show the 1st signal and the 2nd signal by which time-multiplexing was carried out to drawing 2 (d) being, and is outputted as a three phase phase modulation wave. That is, the three phase phase modulation circuit 14 is outputted as a three phase phase modulation wave by assigning the Gentlemen phase of 0 degree, 120 degrees, and 240 degrees which shows three kinds of each value, "0", "1", and "2", to drawing 2 (d).

[0015] Next, the three phase phase modulation wave outputted from the three phase phase modulation circuit 14 shown in drawing 2 (a) is inputted into the diffuser 2 shown in drawing 1. A diffuser 2 is equipped with a multiplier, by carrying out multiplication to diffusion signs, such as pseudo-random signs, such as a PN code, to a three phase phase modulation wave, it diffuses the spectrum of a three phase phase modulation wave, makes it the signal of a broadband, and is outputted as one signal of the code division multiple access standard corresponding to the diffusion sign concerned.

[0016] Moreover, in the receiving side of the gestalt of this operation, receipt information gets over by a function and actuation contrary to a transmitting side with the back-diffusion-of-electrons machine 3 and the three phase phase demodulator 4. That is, with the back-diffusion-of-electrons vessel 3 shown in drawing 1, the input signal which spectrum diffused is inputted, the back diffusion of electrons is performed based on the diffusion sign used by the transmitting side, and a three phase phase modulation wave is outputted. Moreover, the functional circuit where the three phase phase modulator of the three phase phase demodulator 4 is reverse, i.e., a three phase phase demodulator circuit, Have a serial parallel-conversion circuit, a data-conversion circuit, and a control circuit, and a three phase phase demodulator circuit outputs the 1st signal of 3 value signals and the 2nd signal by which restored to the output of the back-diffusion-of-electrons machine 3, and time-multiplexing was carried out. A serial parallel-conversion circuit changes into 3 value signals of two trains 3 value signals by which time-multiplexing was carried out, and a data-conversion circuit changes 3 value signals of two trains into the binary signal of three trains, and outputs them as receipt information.

[0017] The gestalt of this operation by having used the three phase phase modulation for the primary modulation A two phase phase modulation (BPSK), It compares, when using quadri-phase shift keying (QPSK) etc., and it is a necessary signal quality (that is,). for example, the energy  $E_b$  per [

which is the engine performance for acquiring the signal quality of a digital error rate  $1 \times 10^{-6}$  ] 1 bit of signals and the ratio of the noise power spectral density  $N_0$  — it explains excelling in  $E_b/N_0$  (henceforth “necessary  $E_b/N_0$ ”) below.

[0018] First, when energy per 1 bit of signals of a polyphase phase-modulation wave is set to  $E_b$  [W.s-/bit] and an information transmission rate (bit rate) is set to  $R$  [bit/s], this signal power  $C$  can be expressed as  $C = R \times E_b$ . Moreover, when the transmission band of  $N_0$  [W/Hz] and a signal is set to  $B$  [Hz], the noise power  $N$  [W] can express noise power spectral density with  $N = B \times N_0$ . therefore, the ratio of signal power  $C$  and the noise power  $N$  —  $C/N$  —  $C/N = (R \times E_b) / (B \times N_0) = (R/B) \times (E_b/N_0)$  It is expressed.

[0019]  $C/N$  (henceforth “necessary  $C/N$ ”) for acquiring the necessary signal quality (for example, digital error rate  $1 \times 10^{-6}$ ) of an  $M$  phase phase modulation, setting a two phase phase modulation to 1 on the other hand, and becoming large only  $1 / [\sin(\pi/M)]^2$  twice ( $M$ : source resultant pulse number of a phase modulation) is known ( $R$ . — work “Principles of Data Communication”; besides Lucky — translation “principle of data communication” lattice \*\* besides Hoshiko, and Showa 48). By the two phase phase modulation (BPSK), the three phase phase modulation (TPSK: Ternary Phase Shift Keying), quadri-phase shift keying (QPSK), and the 8 phase phase modulation (8PSK: 8Phase Shift Keying), necessary  $C/N$  is set to 0dB, 1.25dB, 3.01dB, and 8.34dB from this, respectively by the relative value which sets a two phase phase modulation to 1 (0dB).

Moreover, the number of transmitted bits per one symbol is  $\log M / \log 2$ . Therefore, the number of transmitted bits per one symbol is set to 1, 1.585, 2, and 3, respectively by the two phase phase modulation, the three phase phase modulation, quadri-phase shift keying, and the 8 phase phase modulation. Therefore, by the two phase phase modulation, the three phase phase modulation, quadri-phase shift keying, and the 8 phase phase modulation, necessary  $E_b/N_0$  ( $[1 / \sin^2(\pi/M)] / \log 2 M$ ) in an  $M$  phase phase modulation is a relative value to a two phase phase modulation, and is set to 0dB – 0.75dB, 0dB, and 3.57dB, respectively. [ = ]

[0020] Drawing 3 is drawing showing each numeric value of necessary  $C/N$  according to source resultant pulse number in a polyphase phase modulation, the number of transmitted bits per one symbol, and necessary  $E_b/N_0$  (relative value to a two phase phase modulation). Drawing 4 is drawing showing the difference in necessary  $E_b/N_0$  at the time of using a Gentlemen phase modulation technique. The axis of abscissa of this drawing shows the source resultant pulse number of a polyphase phase modulation, and the axis of ordinate shows necessary  $E_b/N_0$ . The difference in  $E_b/N_0$

to each source resultant pulse number shows that necessary  $E_b/N_0$  of a three phase PE is the smallest.

[0021] moreover, an information transmission rate  $R$ , a transmission band  $W$ , the energy  $E_b$  per 1 bit of signals of the modulation technique applied, and the ratio of the noise power spectral density  $N_0$  — if the number of user terminals in which concurrent connection is possible is set to  $L$  as  $E_b/N_0$ ,  $L$  will be given by the degree type (Marubayashi, Nakagawa, the Kono work, "a spread spectrum system and its application", the edited by Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, Heisei 10).

$$L=1+(W/R)/(E_b/N_0)$$

Therefore, according to the gestalt of this operation, about 0.75dB of the number of user terminals in which the concurrent connection at the time of applying a three phase phase modulation to a code division multiple access communication mode is possible, i.e., make it increase about 19%, becomes possible.

[0022] (Gestalt of other operations) Drawing 5 is drawing showing the gestalt of other operations of this invention. Although the fundamental configuration is the same as the configuration shown in drawing 1, the error correcting code-ized circuit 5 of 3 yuan is established in the input section of the three phase phase modulator 1, the error correction compound-ized circuit 6 of 3 yuan is established also in a receiving side at the output section of the three phase phase demodulator 4, and the gestalt of the operation which applied the error correcting code of 3 yuan to transmit information is shown. It is possible to also make the number of user terminals in which concurrent connection is possible increase even twice by application of a 3 yuan error correcting code with the gestalt of this operation, since 2-3dB of  $E_b/N_0$  can be further improved even when a simple sign is applied like a single error correction BCH code.

[0023] In the gestalt of each above operation, it is clear for all of the differential-phase-shift-modulation method to which it is made to correspond to be able to apply the variation of data with a phase, outside it considers as the modulation technique which makes the logical value and phase of data correspond to 1 to 1 as a three phase phase modulation system.

[0024]

[Effect of the Invention] According to this invention, it is possible by having applied the three phase phase modulation to the primary modulation of a code division multiple access communication mode to demonstrate the engine performance which was excellent in acquiring a necessary signal quality in  $E_b/N_0$  compared with the case where a two phase phase modulation (BPSK) and quadri-phase shift keying (QPSK) are applied. For

example, in acquiring the signal quality of a digital error rate  $1 \times 10^{-6}$ ,  $E_b/N_0$  demonstrates the engine performance which was excellent in about 0.75dB. [0025] Therefore, according to this invention, it is possible to make the number of user terminals in which concurrent connection is possible increase sharply. As especially shown in the above-mentioned example, about 0.75dB, i.e., make it increase about 19%, becomes possible about  $E_b/N_0$ , and when the number of terminals of concurrent connection is large enough, it becomes possible to make it increase about 19% as compared with the case where a two phase phase modulation and quadri-phase shift keying are applied of the number  $L$  of user terminals in which concurrent connection is possible. furthermore, the thing for which the error correcting code of 3 yuan is applied — two times — the terminal in which near concurrent connection is possible can be held.

[0026] As mentioned above, in the code division multiple access communication mode of this invention, since it is possible to make the number of user terminals in which concurrent connection is possible increase by a little less than twenty percent compared with the conventional method which applied a two phase phase modulation and quadri-phase shift keying, many user terminals can be held to one base station plant-and-equipment investment, and it is very useful for a user and a communication link entrepreneur.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the code division multiple access communication mode of this invention, and the gestalt of 1 operation of an approach.

[Drawing 2] It is drawing showing the three phase phase modulator of the gestalt of this operation, and the function of each part.

[Drawing 3] It is drawing showing each numeric value of necessary C/N according to source resultant pulse number in a polyphase phase modulation, the number of transmitted bits per one symbol, and necessary Eb/No.

[Drawing 4] It is drawing showing the difference in necessary Eb/No at the time of using a Gentlemen phase modulation technique.

[Drawing 5] It is drawing showing the gestalt of other operations of this invention.

[Drawing 6] It is drawing showing the configuration of the modulator and demodulator of the code division multiple access communication mode used by the third generation mobile communications as a conventional technique.

[Drawing 7] It is drawing showing the principle of DS-CDMA (Kota Kinoshita work "easy IMT-2000" Heisei 13, Telecommunications Association issue) of IMT-2000.

### [Description of Notations]

- 1 Three Phase Phase Modulator
- 2 Diffuser
- 3 Back-Diffusion-of-Electrons Machine
- 4 Three Phase Phase Demodulator
- 5 3 Yuan Error Correcting Code-ized Circuit
- 6 3 Yuan Error Correction Decryption Circuit
- 11 Data-Conversion Circuit
- 12 Control Circuit

13 Parallel-Serial-Conversion Circuit

14 Three Phase Phase Modulation Circuit

---

[Translation done.]

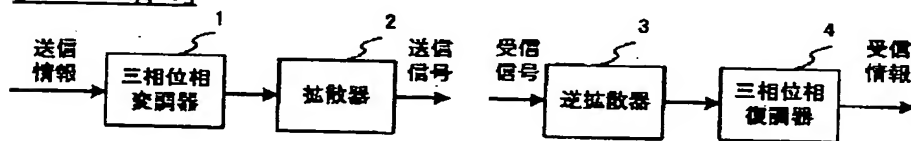
\* NOTICES \*

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

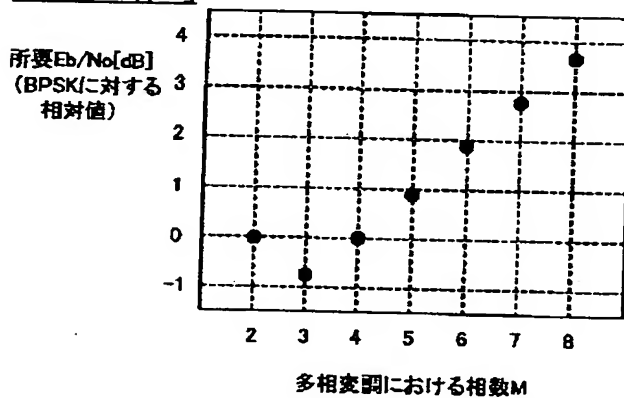
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

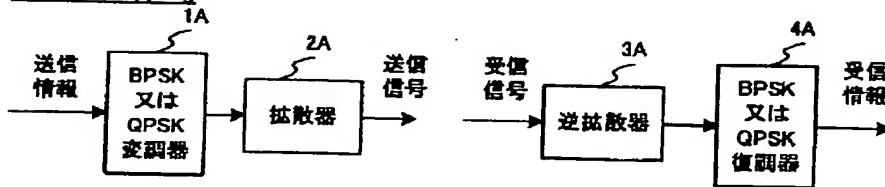
[Drawing 1]



[Drawing 4]

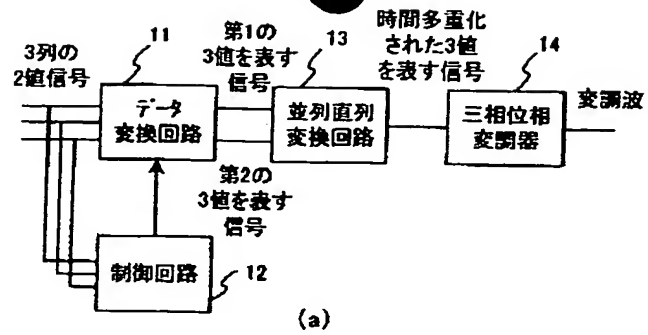


[Drawing 6]



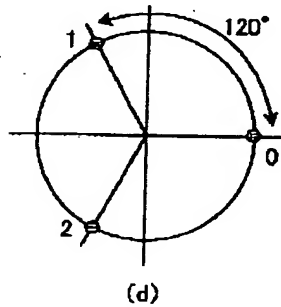
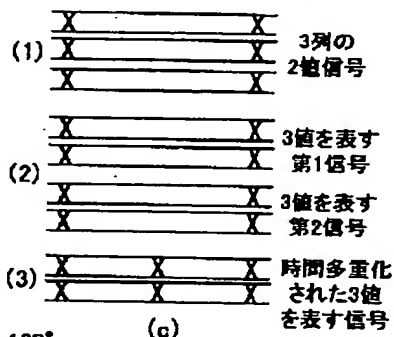
[Drawing 2]





入力	出力
000	00
001	01
010	02
011	10
100	11
101	12
110	20
111	21

(b)



[Drawing 3]

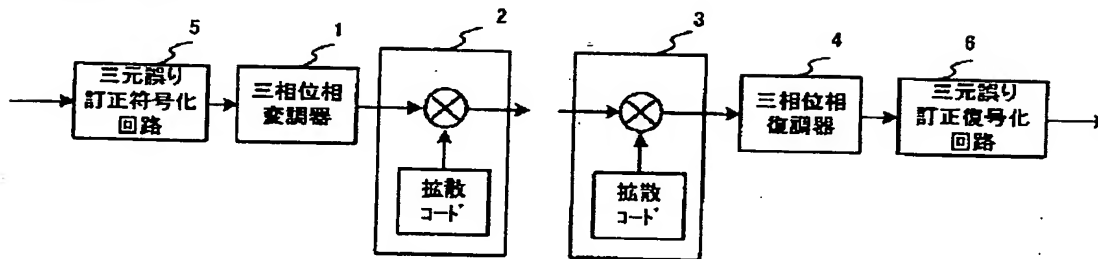
変調方式	相数 M	所要C/N (相対比)	bit/Symbol	所要Eb/No (相対比)
		$1/\sin^2(\pi/M)$	$\log_2 M$	$1/\sin^2(\pi/M)/\log_2 M$
BPSK	2	1.000 <0dB>	1.000 <0dB>	1 <0dB>
TPSK	3	1.333 <1.25dB>	1.585 <2.00dB>	0.841 <-0.75dB>
QPSK	4	2.000 <3.01dB>	2.000 <3.01dB>	1 <0dB>
8PSK	8	6.828 <8.34dB>	3.000 <4.77dB>	2.276 <3.57dB>

注 8PSK: 8 Phase Shift Keying, TPSK: Ternary Phase Shift Keying

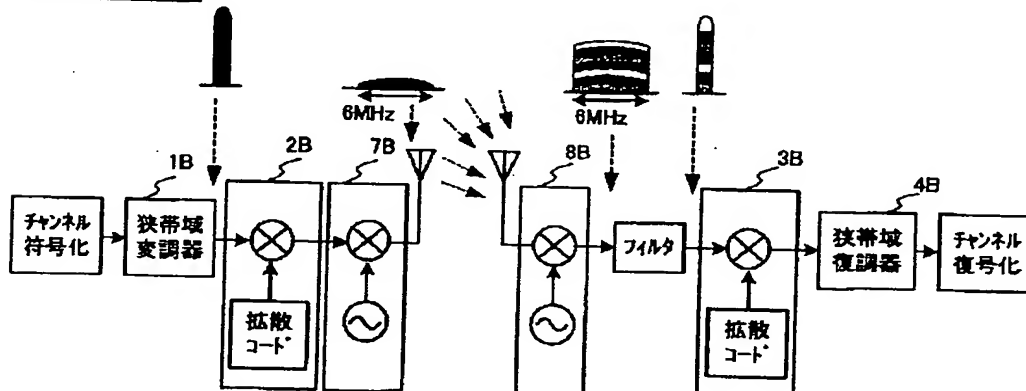
QPSK: Quadrature Phase Shift Keying

<>: デシベル表示

[Drawing 5]



[Drawing 7]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-209493

(P2003-209493A)

(43) 公開日 平成15年7月25日 (2003.7.25)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-リ-ド*(参考)
H 0 4 B 1/707		H 0 4 L 1/00	B 5 K 0 0 4
H 0 4 L 1/00		27/20	Z 5 K 0 1 4
27/20		H 0 4 J 13/00	D 5 K 0 2 2
27/22		H 0 4 L 27/22	Z

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2002-5405(P2002-5405)

(22) 出願日 平成14年1月11日 (2002.1.11)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 野田 誠一

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100105511

弁理士 鈴木 康夫 (外1名)

Fターム(参考) 5K004 AA05 FA04 FE00 FG00

5K014 BA00

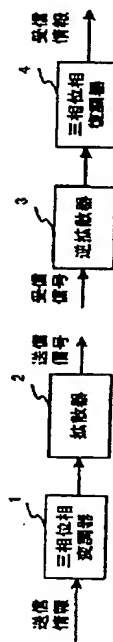
5K022 EE02 EE11

(54) 【発明の名称】 符号分割多元接続通信方式及び方法

(57) 【要約】

【課題】 設備投資当たりの同時接続が可能なユーザ端末をより多く収容可能な符号分割多元接続通信方式及び方法を提供する。

【解決手段】 符号分割多元接続通信方式における一次変調の部分に三相位相変調を適用する。二相位相変調 (BPSK)、四相位相変調 (QPSK) の場合に比べて、所要の信号品質 (符号誤り率  $1 \times 10^{-6}$ ) を得るのに  $E_b/N_0$  で約 0.75 dB 優れた性能を発揮する。従って、符号分割多元接続通信方式における同時接続が可能なユーザ端末数を約 0.75 dB、つまり約 19% 増加させることが可能である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 符号分割多元接続通信方式であって、データ信号による一次変調を三相位相変調とすることを特徴とする符号分割多元接続通信方式。

【請求項2】 データ信号に対し三元誤り訂正符号を適用することを特徴とする請求項1記載の符号分割多元接続通信方式。

【請求項3】 符号分割多元接続通信方式における変調装置であって、データ信号を変調する三相位相変調器と、前記三相位相変調器の出力を拡散符号によりスペクトラム拡散を行う拡散器と、を備えることを特徴とする変調装置。

【請求項4】 データ信号に対し三元誤り訂正符号化を行う三元誤り訂正符号化回路を備えることを特徴とする請求項3記載の変調装置。

【請求項5】 符号分割多元接続通信方式における復調装置であって、受信信号のスペクトラム逆拡散を行う逆拡散器と、前記逆拡散器の出力を復調する三相位相復調器と、を備えることを特徴とする復調装置。

【請求項6】 データ信号に対し三元誤り訂正復号化を行う誤り訂正復号化回路を備えることを特徴とする請求項5記載の復調装置。

【請求項7】 符号分割多元接続通信方法であって、データ信号による一次変調に三相位相変調を用いることを特徴とする符号分割多元接続通信方法。

【請求項8】 データ信号に対し三元誤り訂正符号を適用することを特徴とする請求項7記載の符号分割多元接続通信方法。

【請求項9】 スペクトラム拡散通信方式であって、データ信号による一次変調を三相位相変調とすることを特徴とするスペクトラム拡散通信方式。

【請求項10】 データ信号に対し三元誤り訂正符号を適用することを特徴とする請求項9記載のスペクトラム拡散通信方式。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、符号分割多元接続通信に関し、特に、送信情報による一次変調（情報変調、狭帯域変調又はデータ変調）と前記情報変調を拡散する二次変調（又は拡散変調）を採用した符号分割多元接続通信方式及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】符号分割多元接続通信方式は、cdma One、IS-95等の第二世代移動体通信、IMT-2000等の第三世代移動体通信、無線LAN等に用いられるが、従来の符号分割多元接続通信方式においては、一般的には一次変調に二相位相変調又は四相位相変調が利用されている。

【0003】図6は、従来技術としての第三世代移動体通信で利用される符号分割多元接続通信方式の変復調器

の構成を示す図である。この変復調器は当業者によく知られており、例えば木下耕太著「やさしいIMT-2000」（平成13年電気通信協会発行、第五章）に示されているIMT-2000の場合は、一次変調として下りは四相位相変調（QPSK：Quadrature Phase Shift Keying）、上りは二相位相変調（BPSK：Binary Phase Shift Keying）が用いられている。

【0004】送信側においては、二相位相変調（BPSK）又は四相位相変調（QPSK）を行う変調器1Aにより送信情報により一次変調を行い、変調された二相位相変調波又は四相位相変調波は拡散器2Aにおいて拡散符号によりスペクトラム拡散変調（二次変調）を行い送信信号として出力される。受信側においては、スペクトラム拡散変調波を受信信号として入力し、逆拡散器3Aにより拡散符号により逆拡散を行い二相位相変調波又は四相位相変調波を出力し、二相位相変調波又は四相位相変調波は復調器4Aにより復調して受信情報として出力する。

【0005】図7に、IMT-2000のDS-SSM（木下耕太著「やさしいIMT-2000」平成13年、電気通信協会発行）の原理を示すシステム構成図である。チャネル符号化としての誤り訂正符号の適用は、畳み込み符号が用いられ、高速データの場合にはターボ符号が適用される。狭帯域変調器1Bでは、下りに対して四相位相変調（QPSK）が採用され、上りに対して二相位相変調（BPSK）が採用され、同図はユーザ端末からの上り回線を示している。ユーザ端末では二相位相変調器1Bにより送信データを変調し拡散器2Bで固有の拡散符号によりスペクトラムを拡散し、周波数変換回路7Bにより無線周波に変換してアンテナから広帯域の無線信号として送信する。受信側では、各ユーザ端末からの広帯域の無線信号を受信し、周波数変換回路8B及びフィルタを介して各ユーザ端末のそれぞれの拡散符号により逆拡散を行い、狭帯域復調器4Bにより復調し受信データとして出力する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】移動体通信の基地局建設費用は膨大であることから、一つの基地局に同時接続が可能なユーザ端末をより多く収容可能な符号分割多元接続通信方式は、同等の設備投資で、多くの収入を得る可能性のある技術として実現が望まれている。しかし、従来の符号分割多元接続通信方式においては、一次変調に従来の2のべき乗を位相数とする多相位相変調として最もEb/No（信号1ビットあたりのエネルギーEbと雑音電力スペクトル密度Noの比）において優れた二相位相変調（BPSK）、四相位相変調（QPSK）が採用されており、一つの基地局に同時接続が可能なユーザ端末数がEb/Noの逆数にほぼ比例することから、その上限がこれら二相、四相位相変調に相当する数値に制限されるという点で問題があった。

【0007】（目的）本発明の目的は、同時接続が可能なユーザ端末数をより多くする符号分割多元接続通信方式及び方法を提供することにある。本発明の目的は、所要の信号品質を得るのにEb/Noの値で優れた性能により、同時接続が可能なユーザ端末数において優れた符号分割多元接続通信方式及び方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、符号分割多元接続通信方式における一次変調の部分に三相位相変調を適用したことを特徴とする。つまり、本発明の符号分割多元接続通信方式は、データ信号による一次変調を三相位相変調とすることを特徴とし、更に、データ信号に対し三元符号誤り訂正符号化を適用することを特徴とする。本発明の符号分割多元接続通信方式における変調装置は、データ信号を変調する三相位相変調器と、前記三相位相変調器の出力を拡散符号によりスペクトラム拡散を行う拡散器と、を備えることを特徴とし、更に、データ信号に対し三元誤り訂正符号化を行う三元誤り訂正符号化回路を備えることを特徴とする。また、本発明の符号分割多元接続通信方式における復調装置は、受信信号のスペクトラム逆拡散を行う逆拡散器と、前記逆拡散器の出力を復調する三相位相復調器と、を備えることを特徴とし、更に、データ信号に対し三元誤り訂正復号化を行う誤り訂正復号化回路を備えることを特徴とする。本発明の符号分割多元接続通信方法は、データ信号による一次変調に三相位相変調を用いることを特徴とし、更に、データ信号に対し三元誤り訂正符号化を適用することを特徴とする。

【0009】（作用）符号分割多元接続通信方式の一次変調の部分に対し、三相位相変調器を設けることにより、二相位相変調（BPSK）、四相位相変調（QPSK）の場合に比べて、所要の信号品質を得るのにEb/Noにおいて優れた性能を発揮することが可能である。従って、同時接続が可能なユーザ端末数を大幅に増加させることが可能である。本発明の符号分割多元接続通信方式では、二相位相変調、四相位相変調を適用した従来方式に比べて同時接続が可能なユーザ端末数を2割増加させることが可能である。

【0010】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の符号分割多元接続通信方式及び方法の一実施の形態を示す図である。本実施の形態の符号分割多元接続通信方式における送受信構成は、送信側の変調装置と受信側の復調装置とからなる。変調装置はデジタル化された送信情報（データ信号）を変調信号とし三相の位相変調を行う三相位相変調器1と、前記三相位相変調器1の出力を所定の拡散符号によりスペクトラム拡散を行い送信信号とする拡散器2とからなり、また、受信側の復調装置は、前記送信信号を受信信号とし、前記拡散符号によりスペクトラム逆拡

散を行って前記三相位相変調波を生成して出力する逆拡散器3と、前記逆拡散器3の出力である三相位相変調波を復調して受信情報（データ信号）として出力する三相位相復調器4とからなる。以上の送受信構成により符号分割多元接続通信方式を実現するスペクトラム拡散通信方式が構成される。

【0011】図2は、本発明の三相位相変調を行うための三相位相変調器の構成及び機能を示す図である。本実施の形態の三相位相変調器は、図2（a）に示すようにデータ変換回路11と、制御回路12と、並列直列変換回路13と、三相位相変調回路14とから構成される。図2（a）において、データ変換回路11は、入力される2値のデジタル信号に対し、三相位相変調でとりうる3位相状態（例えば、0°、120°、240°）を対応付けるため、デジタル信号として3列の2値（“0”、“1”）信号の各ビットの組み合わせを1シンボル（Symbol）単位として入力し、シンボル単位の3値（“0”、“1”、“2”）の第1信号と第2信号の2列の信号に変換する。制御回路12は、データ変換回路11における3列の2値信号から2列の3値信号への変換を制御する。並列直列変換回路13は、3列の2値信号の前記ビットの組み合わせ8状態を3値信号の2列（並列信号）としたことにより、これらを直列信号（時間多重化信号）に変換して出力する。三相位相変調回路14は、前記直列信号を入力し直列信号の3値信号をシンボル単位で搬送波の3位相状態と対応させ、三相位相変調波として出力する。なお、複数の位相面に相関を持たせる形で一つの位相面あたりで2°値QAM以外の信号伝送を行う一般的な方式については、本願の発明者による特開平04-196945号公報に記載されている。また、nを自然数として一般的な3×n値QAMの構成法に関しては、同一発明者による特願2001-246891の明細書に記載されており、三相PSK変調方式も同一発明者による特願2001-247360の明細書に記載されている。

（動作の説明）以上の実施の形態の三相位相変調回路のより詳細な構成及び動作は特願2001-247360の明細書に記載されているが、以下その動作の概要等について説明する。

【0012】図2（b）は、3列の2値信号を2列の3値信号へ変換する変換例を示す図である。データ変換回路12の入力として3列の2値信号の組み合わせ（000～111）を示し、また、同データ変換回路12の出力としてそれぞれに対応する2列の3値信号の組み合わせ（00、01、02、10、…21）を示している。なお、3列の2値信号の組み合わせ8種類に対し、2列の3値信号の組み合わせは9種類であるから、3列の2値信号のそれぞれを2列の3値信号の1つに一意に割り当てると、割り当てのない2列の3値信号の組み合わせが1つだけ発生する（図2（b）の例では“22”）。

【0013】図2(c)は、本実施の形態の三相位相変調器1の信号変換を示す図である。入力された3列の2値信号(1)はデータ変換回路11により、3値を示す第1信号と第2信号の各2列の3値信号(2)に変換される。ここで3値の“0”、“1”、“2”の各値はそれぞれ2本の信号線により示している。並列直列変換回路13は、この各3値信号を時間多重化することにより、第1信号と第2信号のそれぞれを2本の信号線で出力する。従って、並列直列変換回路13の出力の時間的に前後する第1信号と第2信号の組み合わせが入力3列の2値信号の1シンボル単位の並列データに対応する。

【0014】三相位相変調回路14は、並列直列変換回路13の出力を入力し、時間多重化された第1信号及び第2信号を例えば図2(d)に示す被変調波の3つの位相状態(3相)の何れかに対応させ、三相位相変調波として出力する。つまり、三相位相変調回路14は、“0”、“1”、“2”の3種類の各値を図2(d)に示す $0^\circ$ 、 $120^\circ$ 、 $240^\circ$ の各位相に割り当てることにより三相位相変調波として出力する。

【0015】次に、図2(a)に示す三相位相変調回路14から出力された三相位相変調波は図1に示す拡散器2に入力される。拡散器2は乗算器を備え、三相位相変調波に対しPN符号等、擬似ランダム符号等の拡散符号と乗算することにより三相位相変調波のスペクトラムを拡散して広帯域の信号とし、当該拡散符号に対応する符号分割多元接続方式の1信号として出力される。

【0016】また、本実施の形態の受信側においては、逆拡散器3及び三相位相復調器4により送信側と逆の機能及び動作により受信情報が復調される。即ち、図1に示す逆拡散器3では、スペクトラムが拡散された受信信号を入力し、送信側で使用した拡散符号に基づいて逆拡散を行って三相位相変調波を出力する。また、三相位相復調器4は、三相位相変調器の逆の機能回路、つまり三相位相復調回路、直列並列変換回路、データ変換回路及び制御回路を備え、三相位相復調回路は逆拡散器3の出力を復調して時間多重化された3値信号の第1信号及び第2信号を出力し、直列並列変換回路は時間多重化された3値信号を2列の3値信号に変換し、データ変換回路は2列の3値信号を3列の2値信号に変換し、受信情報として出力する。

【0017】本実施の形態は、一次変調に三相位相変調を利用したことにより、二相位相変調(BPSK)、四相位相変調(QPSK)等を利用する場合に比べて、所要の信号品質(つまり、例えば、符号誤り率 $1 \times 10^{-6}$ の信号品質)を得るための性能である信号1ビットあたりのエネルギー $E_b$ と雑音電力スペクトル密度 $N_o$ の比 $E_b/N_o$ (以下「所要 $E_b/N_o$ 」という)において優れていることを以下説明する。

【0018】まず、多相位相変調波の信号1ビット当た

りのエネルギーを $E_b$  [ $W \cdot s/bit$ ]、情報伝送速度(ビットレート)を $R$  [ $bit/s$ ]とすると、この信号電力 $C$ は、 $C = R \times E_b$ と表せる。また、雑音電力スペクトル密度を $N_o$  [ $W/Hz$ ]、信号の伝送帯域を $B$  [ $Hz$ ]とするとノイズ電力 $N$  [ $W$ ]は、 $N = B \times N_o$ で表せる。従って、信号電力 $C$ とノイズ電力 $N$ の比 $C/N$ は、

$$C/N = (R \times E_b) / (B \times N_o) = (R/B) \times (E_b/N_o)$$

と表される。

【0019】一方、 $M$ 相位相変調の所要の信号品質(例えば、符号誤り率 $1 \times 10^{-6}$ )を得るための $C/N$

(以下「所要 $C/N$ 」という)は二相位相変調を1として、 $1/\{\sin(\pi/M)\}^2$ 倍( $M$ : 位相変調の相数)だけ大きくなることが知られている(R. Lucky他著“Principles of Data Communication”; 星子他訳「データ通信の原理」ラティス刊、昭和48年)。このことから二相位相変調(BPSK)、三相位相変調(TPSK: Ternary Phase Shift Keying)、四相位相

変調(QPSK)、八相位相変調(8PSK: 8 Phase Shift Keying)では、二相位相変調を1(0dB)とする相対値で所要 $C/N$ は、夫々0dB、1.25dB、3.01dB、8.34dBとなる。また、1シンボル当たりの伝送ビット数は、 $\log M / \log 2$ である。依って、1シンボル当たりの伝送ビット数は、二相位相変調、三相位相変調、四相位相変調、八相位相変調では、夫々1、1.585、2、3となる。故に、 $M$ 相位相変調における所要 $E_b/N_o$ ( $= \{1/\sin^2(\pi/M)\} / \log_2 M$ )は、二相位相変調、三相位相変調、四相位相変調、八相位相変調では、二相位相変調に対する相対値で、夫々0dB、-0.75dB、0dB、3.57dBとなる。

【0020】図3は、多相位相変調における相数別の所要 $C/N$ 、1シンボル当たりの伝送ビット数及び所要 $E_b/N_o$ (二相位相変調に対する相対値)の各数値を示す図である。図4は、各位相変調方式を使用した場合の所要 $E_b/N_o$ の差異を示す図である。同図の横軸は多相位相変調の相数を示し、縦軸は所要 $E_b/N_o$ を示している。各相数に対する $E_b/N_o$ の差異から三相位相変調方式の所要 $E_b/N_o$ が最も小さいことがわかる。

【0021】また、情報伝送速度 $R$ 、伝送帯域 $W$ 、適用される変調方式の信号1ビットあたりのエネルギー $E_b$ と雑音電力スペクトル密度 $N_o$ の比 $E_b/N_o$ として、同時接続が可能なユーザ端末数を $L$ とすると $L$ は次式で与えられる(丸林、中川、河野著、「スペクトラム拡散通信とその応用」、電子情報通信学会編、平成10年)。

$$L = 1 + (W/R) / (E_b/N_o)$$

従って、本実施の形態によれば、三相位相変調を符号分割多元接続通信方式に適用した場合の同時接続が可能な

ユーザ端末数は、約0.75 dB、つまり約19%増加させる事が可能となる。

【0022】（他の実施の形態）図5は、本発明の他の実施の形態を示す図である。基本的構成は図1に示す構成と同様であるが、三相位相変調器1の入力部に三元誤り訂正符号化回路5を設け、受信側にも三相位相復調器4の出力部に三元誤り訂正復号化回路6を設けて、送信情報に対して三元誤り訂正符号を適用した実施の形態を示している。本実施の形態では、三元誤り訂正符号の適用により、 $E_b/N_0$ を一重誤り訂正BCH符号の様に単純な符号を適用した場合でも2~3 dB更に改善することができるため、同時接続が可能なユーザ端末数を2倍にまで増加させる事も可能である。

【0023】以上の各実施の形態において、三相位相変調方式としてはデータの論理値と位相とを1対1に対応させる変調方式とする外に、データの変化量を位相と対応させる差動位相変調方式の何れも適用可能であることは明らかである。

【0024】

【発明の効果】本発明によれば、符号分割多元接続通信方式の一次変調に三相位相変調を適用したことにより、二相位相変調(BPSK)、四相位相変調(QPSK)を適用する場合に比べて、所要の信号品質を得るのに $E_b/N_0$ において優れた性能を発揮することが可能である。例えば、符号誤り率 $1 \times 10^{-6}$ の信号品質を得る場合には $E_b/N_0$ が約0.75 dB優れた性能を発揮する。

【0025】従って、本発明によれば、同時接続が可能なユーザ端末数を大幅に増加させることが可能である。特に、上記例に示すように $E_b/N_0$ を約0.75 dB、つまり約19%増加させることが可能となり、同時接続の端末数が十分に大きい時には、同時接続が可能なユーザ端末数は、二相位相変調、四相位相変調を適用した場合に比較して約19%増加させる事が可能となる。更に、三元誤り訂正符号を適用することで、二倍近\*

\*い同時接続が可能な端末を収容する事が出来る。

【0026】以上のように本発明の符号分割多元接続通信方式では、二相位相変調、四相位相変調を適用した従来方式に比べて同時接続が可能なユーザ端末数を2割増増加させることが可能であるから、一つの基地局設備投資に対して多くのユーザ端末を収容できる事となり、ユーザ及び通信事業者にとって極めて有用である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の符号分割多元接続通信方式及び方法の一実施の形態を示す図である。

【図2】 本実施の形態の三相位相変調器及び各部の機能を示す図である。

【図3】 多相位相変調における相数別の所要 $C/N$ 、1シンボル当たりの伝送ビット数及び所要 $E_b/N_0$ の各数値を示す図である。

【図4】 各位相変調方式を使用した場合の所要 $E_b/N_0$ の差異を示す図である。

【図5】 本発明の他の実施の形態を示す図である。

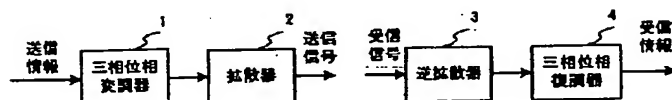
【図6】 従来技術としての第三世代移動体通信で利用される符号分割多元接続通信方式の変復調器の構成を示す図である。

【図7】 IMT-2000のDS-CDMA（木下耕太著「やさしいIMT-2000」平成13年、電気通信協会発行）の原理を示す図である。

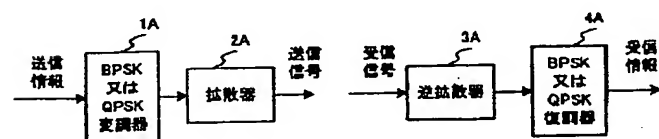
【符号の説明】

- 1 三相位相変調器
- 2 拡散器
- 3 逆拡散器
- 4 三相位相復調器
- 5 三元誤り訂正符号化回路
- 6 三元誤り訂正復号化回路
- 11 データ変換回路
- 12 制御回路
- 13 並列直列変換回路
- 14 三相位相変調回路

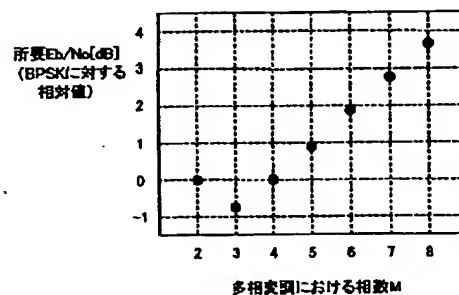
【図1】



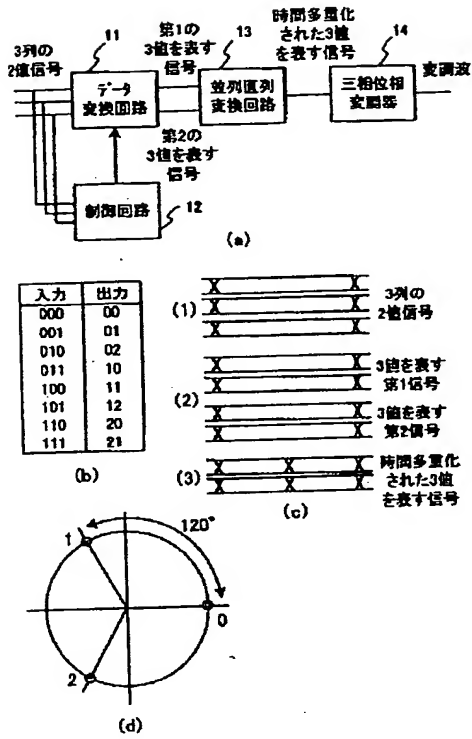
【図6】



【図4】



【図2】



【図3】

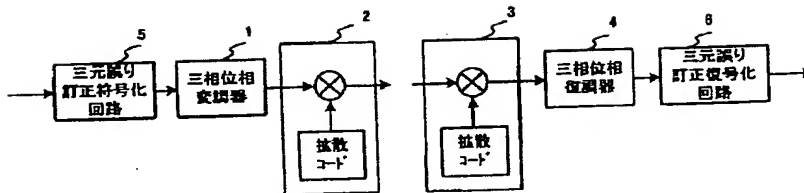
変調方式	相数 M	所要C/N (相対比)	bit/Symbol	所要Eb/No (相対比)
		$1/\sin^2(\pi/M)$	$\log_2 M$	$1/\sin^2(\pi/M) / \log_2 M$
BPSK	2	1.000 <0dB>	1.000 <0dB>	1 <0dB>
TPSK	3	1.333 <1.25dB>	1.585 <2.00dB>	0.841 <-0.75dB>
QPSK	4	2.000 <3.01dB>	2.000 <3.01dB>	1 <0dB>
8PSK	8	6.828 <8.34dB>	3.000 <4.77dB>	2.276 <3.57dB>

注 8PSK: 8 Phase Shift Keying. TPSK: Ternary Phase Shift Keying.

QPSK: Quadrature Phase Shift Keying.

<>: デシベル表示

【図5】



【図7】

